

**PUB-NO:** EP000644275A1  
**DOCUMENT-  
IDENTIFIER:** EP 644275 A1  
**TITLE:** Process for manufacturing an electrode as well as the electrode and its use.

**PUBN-DATE:** March 22, 1995

**INVENTOR-INFORMATION:**

**NAME** **COUNTRY**  
HEINKE, HARRI DE

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

**NAME** **COUNTRY**  
HERAEUS ELEKTROCHEMIE DE

**APPL-NO:** EP94106817

**APPL-DATE:** May 2, 1994

**PRIORITY-DATA:** DE04325941A (August 3, 1993)

**INT-CL (IPC):** C25C007/02 , C25B011/02 , C25B009/02

**EUR-CL (EPC):** C25B009/02 , C25B011/02 , C25C007/02

**ABSTRACT:**

An electrode has a slab-shaped (plate-like) electrode element (1) which predominantly consists of a ceramic material with an electron-conducting surface, the electrode element being roughened at its edge (2) and there being provided with a plastic coating (3) which embraces it in the shape of a U and in turn is welded, so as to be gas tight and liquid-tight, to a frame (4) which embraces the electrode element, is made of plastic and has a U-shaped profile. This outer plastic frame may in turn be surrounded by a sealing element (8) which can be inflated (for example by means of compressed air), to form sealed electrolyte compartments when used in a cell container. The slab-shaped ceramic material acting as the electrode element essentially comprises titanium oxide of the Magnelli phase, the surface, for activation purposes, optionally being provided with platinum metal or platinum metal compounds. A process for fabricating the electrode, an electrode and the use of an electrode as a bipolar electrode in an electrochemical cell arrangement are specified.

[Description of EP0644275](#)[Print](#)[Copy](#)[Contact Us](#)[Close](#)

## Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

The invention relates to a method to the making of an electrode with essentially even surface for electrochemical purposes, in particular for oxidation and reduction processes, whereby at least an essentially plattenförmiges electrode element in its boundary region will provide the edge u-shaped with a comprising framework, as well as an electrode and their use.

From the DE-OS 40 03 516 an electrode element is well-known for electrolytic tack, which exhibits in u-shaped one framework brought in provided with two side parts plate or box-shaped electrode, which is surrounded by a taschenförmigen ion exchanger membrane together with the lower part of the framework immersable into a liquid ion leader. In a bar of the framework arranged below the electrode openings are intended for the withdrawal of the ion leader toward electrode, while in an upper bar an opening is arranged for the removal of the ion leader.

It concerns here a relatively complex arrangement, which lets a economical structure electrochemical cells appear as problematic; in particular it is difficult to make a rapid Elektrodenwechsel since the complex housing structure must be first dismantled here. Further it is not so easily possible, a multiplicity of electrodes of same polarity, as it for example in metal recuperation cells to be used to use.

Further an electrode array is well-known fluid with a plattenförmigen anode, containing to the electrolytic separation of metals from metal ions, from the DE-PS 39 36 964, which is pushed in in a framework from electrically insulating, plastic corrosion resistant, with parallel side flanks; the anode is reciprocally in the given spacing surrounded by a cathode, whereby the cathode at the essentially parallel led side parts of the framework go-aged. Also this electrode array exhibits a relatively complex structure, which does not permit a simple electrode exchange so easily. Further it is not possible to arrange several active electrode surfaces next to each other in one level.

The invention places itself the task to indicate a method to the simple economical arrangement of electrodes whereby beside a relatively simple structure also the possibility of a to a large extent automated manufacturing should be aimed at. Further the electrodes are to obtain a high lasting and firmness and an easy exchangeability despite their simple construction; the electrodes according to invention are to be used in particular as multiple cell arrangements.

The task is solved procedure in accordance with by the characteristic features of the claim 1; favourable arrangements of the method are indicated in the claims 2 and 3.

In a preferential embodiment the coating from plastic is applied over the entire disk extent and welded then with the edge of the plate u-shaped embracing framework from plastic. In a further favourable arrangement several Keramikplatten, in a connected framework are brought in preferably four Keramikplatten in such a way that its surfaces can lie in one level and work for example like a common electrode.

Device in accordance with the task is solved by the characteristic features of the claim 4; in a particularly favourable arrangement the electrode element consists of titanium oxide of the formula  $TiO_{(2n-1)}$ , whereby for  $n > / =$  applies for 4 (Magnelli phase); further favourable embodiments of the electrode are to be taken from the claims 5 to 9.

In a preferential embodiment of the electrode this is surrounded on their entire extent by an u-shaped framework, which is welded with the plastic applied on the boundary region; in a further preferred embodiment the u-shaped framework consists of to each other right-angled arranged parts.

In a further favourable arrangement at least two, preferably four or six electrode elements are so brought in in a common level that the effect of a strongly increased electrode surface is obtained.

A favourable use as bipolar electrode is indicated in claim 10.

As favourable the simple economical sealing possibility of the Keramikplatten in an electrochemical cell as well as the practical possibility of the making of wide electrodes prove by inset of several single electrodes with the electrodes according to invention, which are welded together in one level in a plastic framework. Further a substantial simplification of the construction can be obtained by electrochemical cells by inset by bipolar electrodes.

In the following the subject-matter of the invention is more near described on the basis the figures 1 to 5.

Figure 1 shows a cross section by the boundary region of one broken represented electrode, with which the connection of the edge of electrode with the plastic frame is recognizable;

Figure 2 shows a cross section in accordance with line of A-B of the figure 1, whereby the circulating plastic framing of the electrode element is recognizable;

in figure 3 is a complete electrode with their for electrochemical and/or. electrolytic processes the available free surface represented;

Figure 4 shows exemplarily a compound electrode, which consists of a connected framework with altogether 6 single

electrodes.

Figure 5 shows the inset of electrodes according to invention in a plan view as bipolar electrodes in a multiple cell arrangement.

In accordance with figure 1 the electrode element 1 in a first process step in its boundary region 2 is surface-laterally roughened up, if not already in the manufacture method of the electrode element blank a graining took place via the manufacturing process in the boundary region, like this e.g. by a Pressvorgang is possible. In a second process step plattenförmige ceramic(s) (cermet) is warmed up to a temperature of 300 DEG C and provided at this temperature with a plastic coating 3. The plastic coating 3 can be laid on thereby in several films, as methods for example the eddy sinter method is used. The plastic coating 3 can be applied thereby in one or more process steps, so that itself if necessary. a structure of layer results in.

After cooling down and hardening by precipitation the electrode element plate 1 provided with plastic coating 3 in the boundary region is brought in into a plastic framework 4 equipped with channel, and interconnected by means of a welded joint 5 gas and liquid formed at the upper edge of the framework 4. As on the basis the sectional view after figure is to be recognized 1, it concerns a profile representation, whereby in practice the welded joint 5 is led reciprocally across the entire extent of the disk edge. Framework 4 proves a circulating groove 7 for the admission of a electrolyte-steady sealing element 8.

In accordance with figure 2 from the framework 4 of the figure 1 outstanding part of the electrode element 1 seen still is along the cut line of A-B of the figure 1 in the range of the plastic coating 3, which is schematically represented however over above here the welded joint not shown the lying range here. By the plastic coating - in the profile seen - in this case the entire plate of the electrode element will surround 1. As material for the panel serving as electrode element 1 an electrical conductive cermet, in particular under-stoichiometric titanium oxide, is used whose composition results according to the following formula:

$TiO_2 n-1$  with  $4 < / = n < / = 6$

It is possible both inside the electrode element additional guidance materials, and/or. To begin guidance elements to activate and the lying exposed electrode surface of the electrode element 1 in such a way that it both and anode and cathode, and/or. also as bipolar electrode is applicable.

Figure 3 shows an electrode in the framework with only one electrode element 1. In accordance with figure 3 electrode element 1 with its not visible boundary region is here in a circulating plastic framework 4, which is connected by welding at its outside ends again with the likewise rotating plastic coating 3 of the electrode elements 1. As material for the plastic coating in the boundary region of the electrode and as plastic frameworks have themselves in particular PL and/or. Polypropylene works satisfactorily; it is however possible, other plastics, like e.g. PVDF, and/or. To begin plastic combinations. In order to receive as large free a electrode surface of the electrode element as possible 1, becomes if necessary. the plastic coating again of the coating, exceeding over the welded joint 5, releases, whereby the removing of the plastic coating 3 in the boundary region by taking off and/or. via taking a before applied protective plastic film or protective layer off takes place. The free surface of an electrode in such a way treated is noticeably increased by removal of the plastic coating outside of the framework 4 and the welded joint 5, so that also despite high stability by means of plastic coating and/or. Plastic frame a increased electrolytic conversion is possible.

Framework 4 consists for bringing in the electrode element provided with plastic coating 3 of an u-shaped base 4', which is connected after bringing in the electrode element 1 with a yoke part of 4" by welding, so that a closed framework 4 develops.

Figure 4 shows a similar arrangement as in figure 3, whereby however the plastic framework covers 4 altogether six electrode elements u-shaped, as this is described on the basis the figures 1, 2 and 3 in principle; also here analog are possible to figure 3 a bringing into u-shaped recesses of the framework, whereby the termination takes place again via yoke parts by means of welding.

In accordance with figure 4 the total area of the electrode is formed by the free surfaces of the individual electrode elements 1, whereby if necessary. bipolar electrode elements to be used can, so that for example the visible part of the electrode elements 1 works as anode, while the not visible rear part of these electrode elements 1 is used as cathode of a neighbouring cell.

Figure 5 shows the inset of the electrode according to invention as bipolar electrode in a multiple cell arrangement, whereby the electrode elements 1 are so sealed by means of the flexibly inflatable seals 8 opposite the wall 9 of the casing 10 that the u-shaped separate running seals 8 the respective cell areas 11 liquid. The electrochemical active surfaces 12 and 13 of the electrode elements 1 are provided for better overview with symbolic signs and form in each case the anodic and cathodic electrode part of the bipolar electrodes; the surfaces 12, 13 are perpendicularly parallel to that to the cell walls 9 running housing axle 14 of the casing 10 aligned, whereby the two are trained at the front surfaces 15 and 16 electrodes present 17, 18 as monopoly acres electrodes in each case, so that at the front surface 15 an anode is intended, while at the front surface 16 a cathode 18 is, whereby their active surfaces run likewise perpendicularly to the axle 14.

The electrolyte liquid present between the active surfaces is introduced for example from above and exhausted also again, whereby this is symbolically by the cross sections by tubing leaders 19 and 20 represented.

Further it is possible to receive by inset of an ion exchanger membrane between neighbouring electrodes in each case a closed anolyte and Katholytraum whereby this possibility is graphically not represented for better overview.

The cell in accordance with figure 5 is in particular suitable for processes of the cerium oxidizing.



12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 94106817.3

51 Int. Cl. 6, **C25C 7/02, C25B 11/02,**  
**C25B 9/02**

22 Anmeldetag: 02.05.94

30 Priorität: 03.08.93 DE 4325941

71 Anmelder: HERAEUS ELEKTROCHEMIE GMBH  
Heraeusstrasse 12 - 14  
D-63450 Hanau (DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
22.03.95 Patentblatt 95/12

72 Erfinder: Heinke, Harri  
Feldstrasse 4  
D-63526 Erlensee (DE)

34 Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE DE GB NL

74 Vertreter: Kühn, Hans-Christian  
Heraeus Holding GmbH,  
Stabsstelle Schutzrechte,  
Heraeusstrasse 12-14  
D-63450 Hanau (DE)

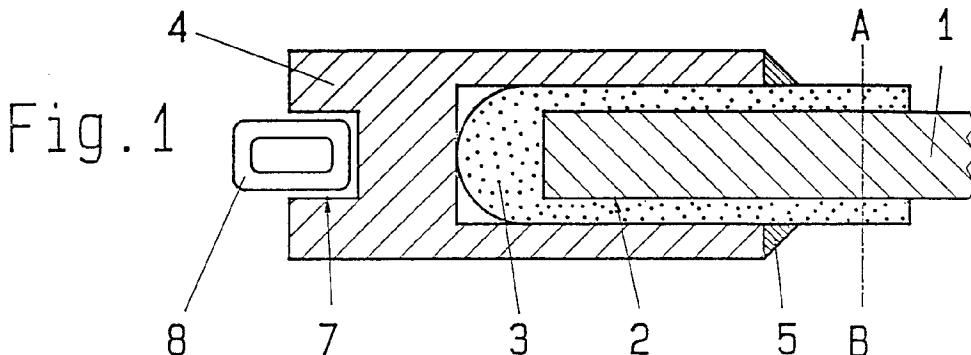
54 Verfahren zur Herstellung einer Elektrode sowie Elektrode und deren Verwendung.

57 Eine Elektrode weist ein plattenförmiges Elektrodenelement (1) auf, das vorwiegend aus einer Keramik mit elektronenleitender Oberfläche besteht, wobei das Elektrodenelement an seinem Rand (2) aufgerauht ist und dort mit einer U-förmig umfassenden Kunststoffbeschichtung (3) versehen ist, die ihrerseits wiederum mit einem das Elektrodenelement umfassenden Rahmen (4) aus Kunststoff mit U-förmigen Profil gas- und flüssigkeitsdicht verschweißt ist. Dieser äußere Kunststoffrahmen kann seinerseits wieder von einem beispielsweise durch Druckluft aufblasbaren Dichtelement (8) umgeben sein, um

beim Einsatz in einem Zellengehäuse abgeschlossene Elektrolyträume zu bilden.

Die plattenförmige Keramik als Elektrodenelement besteht im wesentlichen aus Titanoxid der Magnelli-Phase, wobei die Oberfläche zwecks Aktivierung mit Platinmetall oder Platinmetallverbindungen versehen sein kann.

Es wird ein Verfahren zur Herstellung der Elektrode, eine Elektrode sowie die Verwendung einer Elektrode als bipolare Elektrode in einer elektrochemischen Zellenanordnung angegeben.



EP 0 644 275 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Elektrode mit im wesentlichen ebener Oberfläche für elektrochemische Zwecke, insbesondere für Oxidations- und Reduktionsprozesse, wobei wenigstens ein im wesentlichen plattenförmiges Elektrodenelement in seinem Randbereich mit einem den Rand U-förmig umfassenden Rahmen versehen wird, sowie eine Elektrode und deren Verwendung.

Aus der DE-OS 40 03 516 ist ein Elektrodenelement für elektrolytische Zwecke bekannt, das eine in mit zwei Seitenteilen versehenen U-förmigen Rahmen eingebrachte platten- oder kastenförmige Elektrode aufweist, die zusammen mit dem in einen flüssigen Ionenleiter eintauchbaren unteren Teil des Rahmens von einer taschenförmigen Ionenaustrauscher-Membran umgeben ist. In einem unterhalb der Elektrode angeordneten Steg des Rahmens sind Öffnungen zum Austritt des Ionenleiters in Richtung Elektrode vorgesehen, während in einem oberen Steg eine Öffnung zur Abfuhr des Ionenleiters angeordnet ist.

Es handelt sich hierbei um eine verhältnismäßig komplexe Anordnung, die einen kostengünstigen Aufbau elektrochemischer Zellen als problematisch erscheinen läßt; insbesondere ist es schwierig, einen raschen Elektrodenwechsel vorzunehmen, da hier die komplexe Gehäusestruktur zunächst demontiert werden muß. Weiterhin ist es nicht ohne weiteres möglich, eine Vielzahl von Elektroden gleicher Polarität, wie sie beispielsweise in Metallrückgewinnungszellen eingesetzt werden, zu verwenden.

Weiterhin ist aus der DE-PS 39 36 964 eine Elektrodenanordnung zur elektrolytischen Abscheidung von Metallen aus Metallionen enthaltender Flüssigkeit mit einer plattenförmigen Anode bekannt, die in einem Rahmen aus elektrisch isolierendem, korrosionsbeständigem Kunststoff, mit parallelen Seitenflanken eingeschoben ist; die Anode ist beidseitig im vorgegebenen Abstand von einer Kathode umgeben, wobei die Kathode an den im wesentlichen parallel geführten Seitenteilen des Rahmens gehalten ist. Auch diese Elektrodenanordnung weist einen verhältnismäßig komplexen Aufbau auf, die einen einfachen Elektrodenaustausch nicht ohne weiteres zuläßt. Weiterhin ist es nicht möglich, mehrere aktive Elektrodenflächen in einer Ebene nebeneinander anzuordnen.

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren zur einfachen kostengünstigen Ausgestaltung von Elektroden anzugeben, wobei neben einem verhältnismäßig einfachen Aufbau auch die Möglichkeit einer weitgehend automatisierten Fertigung angestrebt werden sollte. Weiterhin sollen die Elektroden trotz ihrer einfachen Konstruktion eine hohe Dauerstandsfestigkeit und leichte Austauschbarkeit erzielen; die erfindungsgemäßen Elektroden

sollen insbesondere als Mehrfach-Zellanordnungen verwendet werden.

Die Aufgabe wird verfahrensgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst; vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind in den Ansprüchen 2 und 3 angegeben.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Beschichtung aus Kunststoff über den gesamten Plattenumfang aufgebracht und dann mit einem den Rand der Platte U-förmig umgreifenden Rahmen aus Kunststoff verschweißt. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung werden mehrere Keramikplatten, vorzugsweise vier Keramikplatten in einem zusammenhängenden Rahmen so eingebracht, daß ihre Oberflächen in einer Ebene liegen und beispielsweise wie eine gemeinsame Elektrode wirken können.

Vorrichtungsgemäß wird die Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 4 gelöst; in einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung besteht das Elektrodenelement aus Titanoxid der Formel  $Ti_nO_{(2n-1)}$ , wobei für  $n \geq 4$  gilt (Magnelli-Phase); weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Elektrode sind den Ansprüchen 5 bis 9 zu entnehmen.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Elektrode ist diese auf ihrem gesamten Umfang von einem U-förmigen Rahmen umgeben, welcher mit den auf dem Randbereich aufgebrachten Kunststoff verschweißt ist; in einer weiterhin bevorzugten Ausführungsform besteht der U-förmige Rahmen aus zueinander rechtwinklig angeordneten Teilen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind wenigstens zwei, vorzugsweise vier oder sechs Elektrodenelemente in einer gemeinsamen Ebene so eingebracht, daß die Wirkung einer stark vergrößerten Elektrodenfläche erzielt wird.

Eine vorteilhafte Verwendung als bipolare Elektrode ist in Anspruch 10 angegeben.

Als vorteilhaft erweist sich bei den erfindungsgemäßen Elektroden die einfache kostengünstige Abdichtungsmöglichkeit der Keramikplatten in einer elektrochemischen Zelle sowie die praktische Möglichkeit der Herstellung großflächiger Elektroden durch Einsatz mehrerer Einzel-Elektroden, die in einer Ebene in einem Kunststoff-Rahmen zusammengeschweißt sind. Weiterhin kann durch Einsatz von bipolaren Elektroden eine erhebliche Vereinfachung der Konstruktion von elektrochemischen Zellen erzielt werden.

Im folgenden ist der Gegenstand der Erfindung anhand der Figuren 1 bis 5 näher erläutert.

Figur 1 zeigt einen Querschnitt durch den Randbereich einer gebrochen dargestellten Elektrode, bei der die Verbindung des Elektrodenrandes mit der Kunststoffumrahmung erkennbar ist;

Figur 2 zeigt einen Querschnitt gemäß Linie A-B der Figur 1, wobei die umlaufende Kunststoffrahmung des Elektrodenelements erkennbar ist; in Figur 3 ist eine vollständige Elektrode mit ihrer für elektrochemische bzw. elektrolytische Prozesse zur Verfügung stehenden freien Fläche dargestellt; Figur 4 zeigt beispielhaft eine zusammengesetzte Elektrode, die aus einem zusammenhängenden Rahmen mit insgesamt 6 Einzellektroden besteht. Figur 5 zeigt in einer Draufsicht den Einsatz erfundungsgemäßer Elektroden als Bipolar-Elektroden in einer Mehrfachzellenanordnung.

Gemäß Figur 1 wird das Elektrodenelement 1 in einem ersten Verfahrensschritt in seinem Randbereich 2 oberflächenseitig aufgerauht, sofern nicht bereits im Herstellungsverfahren des Elektrodenelementrohlings eine Aufrauhung durch den Fertigungsprozeß im Randbereich erfolgt ist, wie dies z.B. durch einen Präßvorgang möglich ist. In einem zweiten Verfahrensschritt wird die plattenförmige Keramik (Metallkeramik) auf eine Temperatur von 300 °C erwärmt und bei dieser Temperatur mit einer Kunststoffbeschichtung 3 versehen. Die Kunststoffbeschichtung 3 kann dabei in mehreren Schichten aufgetragen werden, als Verfahren wird beispielsweise das Wirbel-Sinter-Verfahren angewendet. Die Kunststoffbeschichtung 3 kann dabei in einem oder mehreren Verfahrensschritten aufgebracht werden, so daß sich ggf. ein Schichtenaufbau ergibt.

Nach Abkühlung und Aushärtung wird die mit Kunststoffbeschichtung 3 im Randbereich versehene Elektrodenelementplatte 1 in einen mit U-Profil ausgestatteten Kunststoffrahmen 4 eingebracht, und mittels einer an der Oberkante des Rahmens 4 gebildeten Schweißstelle 5 miteinander gas- und flüssigkeitsdicht verbunden. Wie anhand der schnittdarstellung nach Figur 1 zu erkennen ist, handelt es sich um eine Profildarstellung, wobei in der Praxis die Schweißstelle 5 beidseitig über den gesamten Umfang des Plattenrandes geführt wird. Rahmen 4 weist eine umlaufende Nut 7 zur Aufnahme eines elektrolytbeständigen Dichtelements 8 aus.

Gemäß Figur 2 befindet sich das aus dem Rahmen 4 der Figur 1 herausragende Teil des Elektrodenelements 1 entlang der Schnittlinie A-B der Figur 1 gesehen noch im Bereich der Kunststoffbeschichtung 3, welche hier jedoch über dem oberhalb der hier nicht gezeigten Schweißstelle liegenden Bereich schematisch dargestellt ist. Von der Kunststoffbeschichtung wird - im Profil gesehen - in diesem Falle die gesamte Platte des Elektrodenelements 1 umgeben. Als Werkstoff für die als Elektrodenelement 1 dienende Platte wird eine elektrisch leitende Metallkeramik, insbesonde-

re unterstöchiometrisches Titanoxid eingesetzt, dessen Zusammensetzung sich nach folgender Formel ergibt:



Dabei ist es möglich sowohl im Inneren des Elektrodenelements zusätzliche Leitmaterialien, bzw. Leitelemente einzusetzen, als auch die freiliegende Elektrodenfläche des Elektrodenelements 1 so zu aktivieren, daß sie sowohl als Anode als auch als Kathode, bzw. auch als Bipolar-Elektrode einsetzbar ist.

Figur 3 zeigt eine Elektrode im Rahmen mit einem einzigen Elektrodenelement 1. Gemäß Figur 3 befindet sich Elektrodenelement 1 mit seinem hier nicht sichtbaren Randbereich in einem umlaufenden Kunststoffrahmen 4, welcher an seinen äußeren Enden wiederum mit der ebenfalls umlaufenden Kunststoffbeschichtung 3 der Elektrodenelemente 1 durch Verschweißen verbunden ist. Als Werkstoff für die Kunststoffbeschichtung im Randbereich der Elektrode als auch als Kunststoffrahmen haben sich insbesondere Polyäthylen bzw. Polypropylen bewährt; es ist jedoch möglich, andere Kunststoffe, wie z.B. PVDF, bzw. Kunststoffkombinationen einzusetzen. Um eine möglichst große freie Elektrodenfläche des Elektrodenelements 1 zu erhalten, wird ggf. die über die Schweißstelle 5 hinausragende Kunststoffbeschichtung wieder von der Beschichtung befreit, wobei das Abtragen der Kunststoffbeschichtung 3 im Randbereich durch Abziehen bzw. durch Abziehen einer vorher aufgebrachten Schutzfolie oder Schutzschicht erfolgt. Die freie Fläche einer solchermaßen behandelten Elektrode wird durch Abtragen der Kunststoffbeschichtung außerhalb des Rahmens 4 und der Schweißstelle 5 merklich vergrößert, so daß auch trotz hoher Stabilität mittels Kunststoffbeschichtung bzw. Kunststoffumrahmung ein erhöhter elektrolytischer Umsatz möglich ist.

Rahmen 4 besteht zwecks Einbringung des mit Kunststoffbeschichtung 3 versehenen Elektrodenelements aus einem U-förmigen Basisteil 4', das nach Einbringung des Elektrodenelements 1 mit einem Jochteil 4'' durch Verschweißung verbunden wird, so daß ein geschlossener Rahmen 4 entsteht.

Figur 4 zeigt eine ähnliche Anordnung wie in Figur 3, wobei jedoch der Kunststoffrahmen 4 insgesamt sechs Elektrodenelemente U-förmig umfaßt, wie dies prinzipiell anhand der Figuren 1, 2 und 3 erläutert ist; auch ist hier analog zu Figur 3 eine Einbringung in U-förmige Ausnehmungen des Rahmens möglich, wobei der Abschluß wiederum durch Jochteile mittels Verschweißung erfolgt.

Gemäß Figur 4 wird die Gesamtfläche der Elektrode durch die freien Flächen der einzelnen Elektrodenelemente 1 gebildet, wobei ggf. bipolare

Elektrodenelemente eingesetzt werden können, so daß beispielsweise der sichtbare Teil der Elektrodenelemente 1 als Anode wirkt, während der nicht sichtbare rückwärtige Teil dieser Elektrodenelemente 1 als Kathode einer benachbarten Zelle eingesetzt wird.

Figur 5 zeigt den Einsatz der erfindungsgemäßen Elektrode als Bipolar-Elektrode in einer Mehrfachzellenanordnung, wobei die Elektrodenelemente 1 mittels der elastisch aufblasbaren Dichtungen 8 gegenüber der Wand 9 des Gehäuses 10 so abgedichtet sind, daß die U-förmig verlaufenden Dichtungen 8 die jeweiligen Zellerräume 11 flüssigkeitsdicht voneinander trennen. Die elektrochemisch aktiven Oberflächen 12 und 13 der Elektrodenelemente 1 sind zwecks besserer Übersicht mit symbolischen Vorzeichen versehen und bilden jeweils den anodischen und kathodischen Elektrodenanteil der bipolaren Elektroden; die Oberflächen 12, 13 sind senkrecht zu der parallel zu den Zellennwänden 9 verlaufenden Gehäuseachse 14 des Gehäuses 10 ausgerichtet, wobei die beiden an den Stirnflächen 15 und 16 befindlichen Elektroden 17, 18 jeweils als monopolare Elektroden ausgebildet sind, so daß an der Stirnfläche 15 eine Anode vorgesehen ist, während an der Stirnfläche 16 sich eine Kathode 18 befindet, wobei deren aktive Oberflächen ebenfalls senkrecht zu der Achse 14 verlaufen.

Die zwischen den aktiven Flächen befindliche Elektrolytlösigkeit wird beispielsweise von oben eingeführt und auch wieder abgeführt, wobei dies symbolisch durch die Querschnitte von Rohrleitern 19 und 20 dargestellt ist.

Weiterhin ist es möglich, durch Einsatz einer Ionenaustauscher-Membran zwischen benachbarten Elektroden jeweils einen geschlossenen Anolyt- und Katholytraum zu erhalten, wobei diese Möglichkeit zwecks besserer Übersicht zeichnerisch nicht dargestellt ist.

Die Zelle gemäß Figur 5 ist insbesondere für Prozesse der Cer-Oxidation geeignet.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Elektrode mit im wesentlichen ebener Oberfläche für elektrochemische Zwecke, insbesondere für Oxidations- und Reduktionsprozesse, wobei wenigstens ein im wesentlichen plattenförmiges Elektrodenelement in seinem Randbereich mit einem den Rand U-förmig umfassenden Rahmen versehen wird, dadurch gekennzeichnet, daß als Elektrodenelement eine aus Keramik bestehende Platte mit elektronenleitender Oberfläche eingesetzt wird, die in einem ersten Schritt im Randbereich aufgerautet, und in einem zweiten Schritt

5 wenigstens im Randbereich erwärmt wird, wobei anschließend wenigstens eine Beschichtung aus Kunststoff in deren Randbereich aufgebracht und die Keramikplatte in einen Rahmen aus Kunststoff mit U-förmigem Profil eingesteckt und dieser mit der aufgebrachten Kunststoffbeschichtung gas- und flüssigkeitsdicht verschweißt wird.

10 2. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung aus Kunststoff über den gesamten Plattenumfang umlaufend aufgebracht und mit einem umlaufenden Kunststoff-Rahmen verschweißt wird.

15 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Keramikplatten in einen zusammenhängenden Kunststoff-Rahmen so eingebracht werden, daß ihre Oberflächen in einer Ebene liegen.

20 4. Elektrode mit einer im wesentlichen ebenen Oberfläche für elektrolytische Zwecke, insbesondere für Cer- oder Chrom-Prozesse, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein im wesentlichen plattenförmiges Elektrodenelement (1) überwiegend aus einer Keramik mit elektronenleitender Oberfläche vorgesehen ist, und das Elektrodenelement an seinem Rand eine Kunststoffbeschichtung (3) aufweist, die mit einem das Elektrodenelement umfassenden Rahmen (4) aus Kunststoff mit U-förmigem Profil gas- und flüssigkeitsdicht verschweißt ist.

25 5. Elektrode nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramik im wesentlichen aus einem Oxid eines Ventilmetalls besteht.

30 6. Elektrode nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramik aus unterstöchiometrischem Titanoxid  $Ti_nO_{2n-1}$  der Magnelli-Phase besteht, wobei n im Bereich von 4 bis 6 liegt.

35 7. Elektrode nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Elektronenleiter Platinmetall oder Platinmetallverbindungen auf die Oberfläche des Elektrodenelements (1) aufgebracht ist.

40 8. Elektrode nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Elektrodenelemente (1) in einem zusammenhängenden Kunststoffrahmen (4) so aufgebracht sind, daß ihre Oberflächen sich in einer gemeinsamen Ebene befinden.

45

50

55

9. Elektrode nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Elektrodenelement (1) als bipolare Elektrode ausgebildet ist, wobei einander abgekehrte Oberflächen als Anode und als Kathode ausgebildet sind. 5

10. Verwendung der Elektrode nach Anspruch 9 als bipolare Elektrode in einer Mehrfachzellenanordnung. 10

15

20

25

30

35

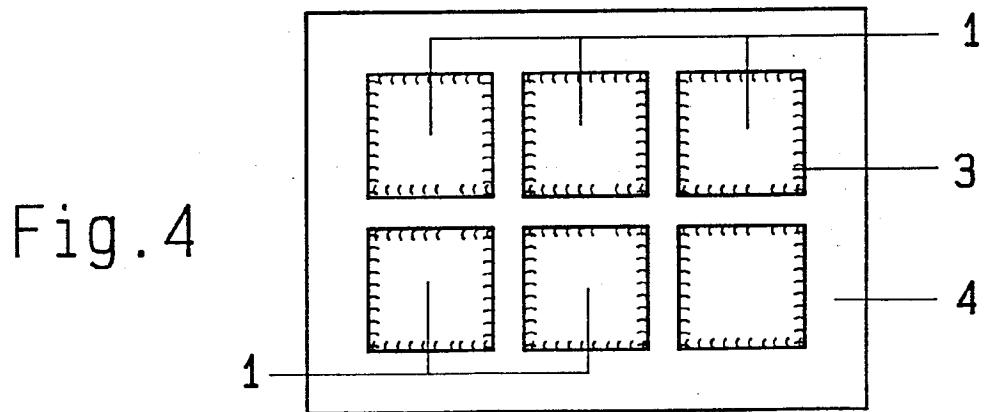
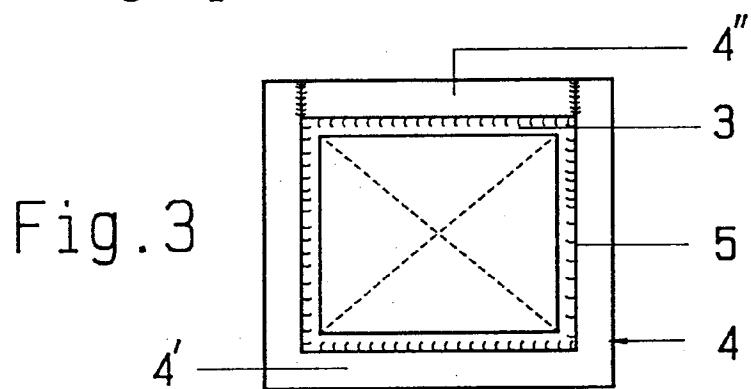
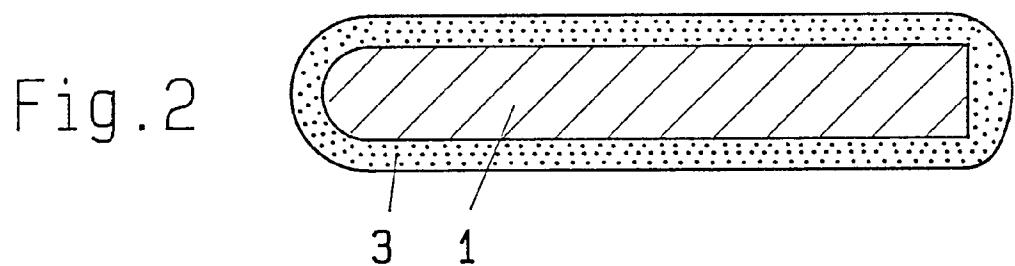
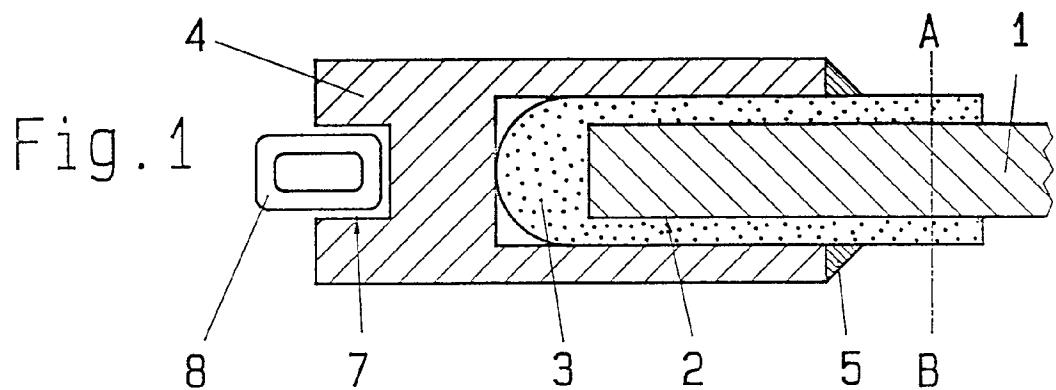
40

45

50

55

5



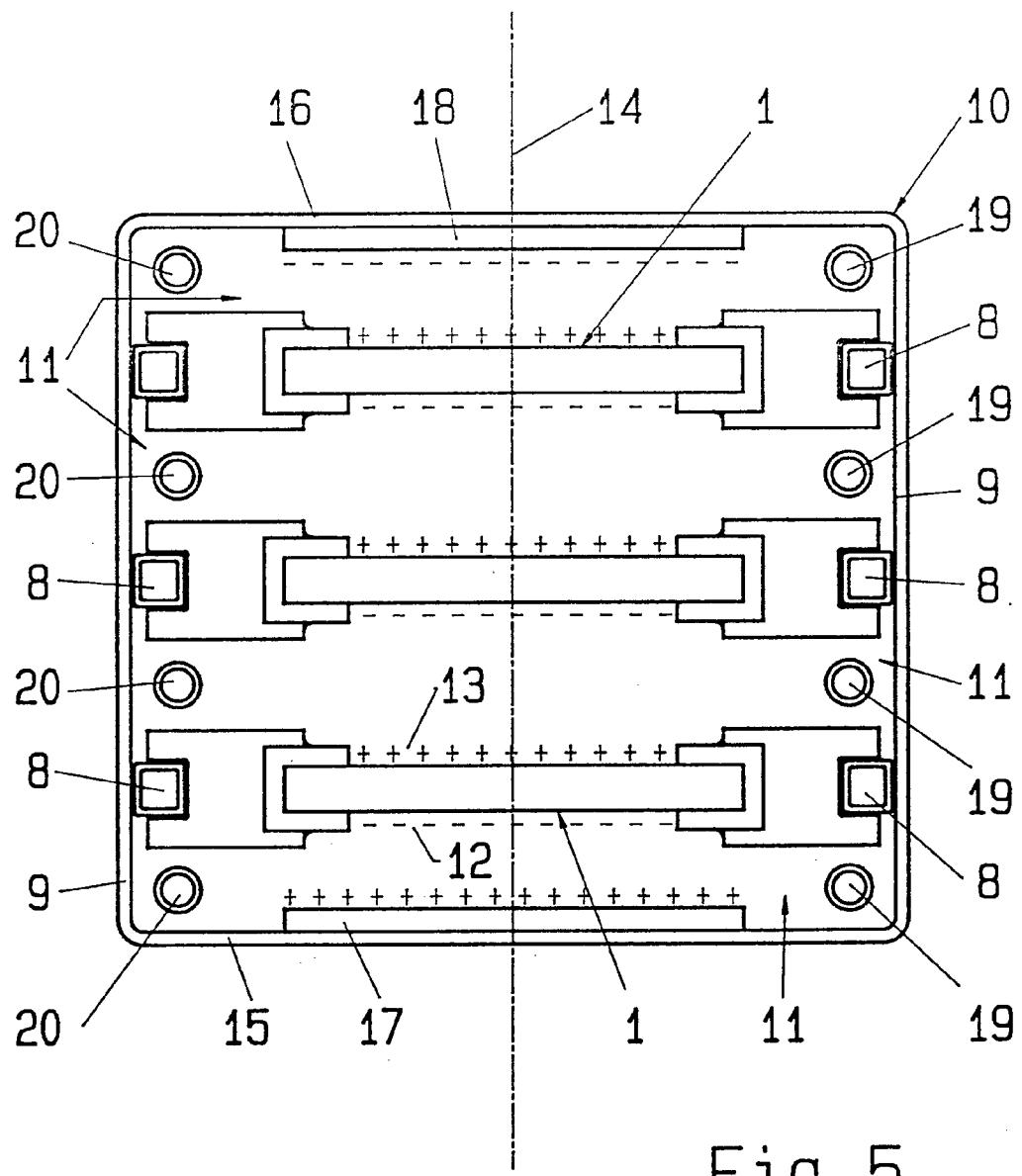


Fig.5



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 94 10 6817

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)						
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch							
A	EP-A-0 082 221 (BERGER P.) 29. Juni 1983 * Seite 9, Zeile 14 - Seite 11, Zeile 25 * * Seite 12, Zeile 13 - Zeile 23 * * Seite 14, Zeile 4 - Zeile 24 * * Abbildungen 1,2,5 * ---	1	C25C7/02 C25B11/02 C25B9/02						
A	EP-A-0 202 018 (BERGER P.) 20. November 1986 * Spalte 14, Zeile 35 - Zeile 56 * * Abbildung 5 * ---	1							
A	FR-A-2 374 746 (MICHELIN & CIE) 13. Juli 1978 -----								
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)						
			C25C C25B						
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Recherchenort</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche</td> <td style="width: 34%;">Prüfer</td> </tr> <tr> <td>DEN HAAG</td> <td>16. Dezember 1994</td> <td>Groseiller, P</td> </tr> </table> <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>				Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	DEN HAAG	16. Dezember 1994	Groseiller, P
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
DEN HAAG	16. Dezember 1994	Groseiller, P							